PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 28. | 15. November 1903. | 4. Jahrgang.

Redaktionsschluss für No. 29 am 25. November 1903.

INHALT.

Originalmitteilungen:
E. Wiechert, Ein astatisches Pendel hoher Empfindlichkeit zur mechanischen Registrierung von Erdbeben. S. 821.
O. Kirstein, Beeinflussung der Tonhöhe von Stimmgabeln durch Magnetismus. S. 829.

Referate:
L. Ambronn, Der 14. Mechanikertag zu Ilmenau. S. 833.

Besprechungen:
Litteratur über drahtlose Telegraphie. S. 834.
A. Slaby, Die Funkentelegraphie. S. 834.
F. Braun, Drahtlose Telegraphie durch Wasser und Luft. S. 834.
C. Arldt, Die Funkentelegraphie. S. 835.
A. Francke, Drahtlose Telegraphie. S. 835.
A. Voller, Grundlagen und Methoden der elektrischen Wellentelegraphie. S. 835.
A. Prasch, Die Telegraphie ohne Draht. S. 835.
A. Turpain, Die praktischen Anwendungen der elektrischen Wellen. S. 835.
J. Boulanger u. G. Ferrie, Die Telegraphie ohne Draht und die elektrischen Wellen. S. 835.
A. Righi u. B. Dessau, Die Telegraphie ohne Draht. S. 836.
H. Poincaré, Notiz über die Telegraphie ohne Draht. S. 836.
M. Wien, Über die Verwendung der Resonanz bei der drahtlosen Telegraphie. S. 836.
A. Slaby, Die wissenschaftl. Grundlagen der Funkentelegraphie. S. 836.
W. Hittorf, Über die Wanderungen der Ionen während der Elektrolyse. I. S. 836.

Personalien. S. 836.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Ein astatisches Pendel hoher Empfindlichkeit zur mechanischen Registrierung von Erdbeben.[1]

Von E. Wiechert.

Vorwort.

Bei den ausgezeichneten Erfolgen italienischer Seismologen in der Anwendung der mechanischen Registrierung von Erdbeben hegte ich den Wunsch, einen entsprechenden Apparat für das Göttinger Geophysikalische Institut zu beschaffen. Dem Plane durfte näher getreten werden, als die Kgl. Regierung mir Ende 1899 die Mittel zu einer Studienreise nach Italien gewährte. Ich konnte so eine ganze Reihe von Erdbebenwarten besuchen und hatte bei der liebenswürdigen Aufnahme, die ich überall fand, vollauf Gelegenheit, alle Einzelheiten zu studieren. Bald erkannte ich, dass ganz erhebliche Geldmittel nötig seien, um einen unseren deutschen Verhältnissen entsprechenden hinreichend empfindlichen Apparat zu bauen, wo wir ausser auf Fernerdbeben nur auf sehr kleine Naherdbeben rechnen können. Die eigenen Mittel des Göttinger Geophysikalischen Institutes schienen ungenügend. Da trat zunächst die Göttinger Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften helfend ein. Äusserst wertvoll erwies sich später, dass, nachdem einmal in Göttingen ein Apparat in Thätigkeit war, ähnliche Apparate für andere Stationen in Auftrag gegeben wurden. So fand sich Gelegenheit, allmählich weitere Verbesserungen zu erzielen. Ganz besonders bin ich Herrn Dr. Benndorf, Wien, für mancherlei Anregung zu Dank verpflichtet. Auch darf ich die Hilfe nicht unerwähnt lassen, welche mir durch die stets verständnisvolle, sorgfältige Ausführung des Mechanikers G. Bartels, Göttingen, geboten wurde.

[1]) Mit einigen Zusätzen abgedruckt aus Gerlands Beiträgen zur Geophysik, Bd. VI, S. 435, 1903.

Allgemeines.

Bei zweckmässiger Konstruktion eines Seismographen mit mechanischer Registrierung lässt sich erreichen, dass die einzige störende Reibung durch den Schreibstift selbst geboten wird. Zu ihrer Überwindung ist unter sonst gleichen Umständen eine n^2mal grössere „stationäre" Masse nötig, wenn man eine $n$mal stärkere „Indikatorvergrösserung" (Vergrösserung schneller Erschütterungen) verlangt. Nach den italienischen Erfahrungen schien eine Vergrösserung von 100—200mal geboten; es war daher die in Italien übliche Grösse der Massen bis zu rund 500 kg mindestens innezuhalten. Ich entschloss mich zu 200facher Vergrösserung und 1000 kg, was noch mit einer bequemen Grösse des Apparates und nicht zu hohen Kosten erreichbar schien. — Von den beiden einfachsten Schreibmethoden in Russ und mit Feder und Tinte war unbedingt die erste vorzuziehen, da sie ca. 10mal feinere Kurven und ca. 100mal geringere Reibung giebt.

Die Registrierung der vertikalen Komponente der Erderschütterungen bietet bei der ins Auge gefassten Empfindlichkeit so ausserordentliche Schwierigkeiten, dass ich glaubte, sie vorläufig ausser acht lassen zu sollen. Um die Horizontalbewegung vollständig zu erhalten, müssen zwei Komponenten registriert werden. Bei geringer Vergrösserung und entsprechend kleiner stationärer Masse kann es oft zweckmässig sein, für jede Komponente eine besondere Masse zu verwenden; in meinem Falle aber musste ich darauf Bedacht nehmen, dieselbe stationäre Masse für beide Komponenten zu verwerten, da andernfalls Kosten und Raumbedarf zu sehr gewachsen wären.

Die Aufzeichnung der Störungen langer Periode, welche in den Fernbeben vorkommen (10, 20 Sekunden bis herauf zu 1 Minute und

darüber), verlangt eine grosse Neigungsempfindlichkeit des Apparats. Ist E der Ausschlag in Millimeter für eine Bogensekunde Neigung, so entspricht der Apparat bei der Aufzeichnung der Neigungen einem Pendelzeiger von

$$l = 206000 \frac{E}{1000} \text{ Meter}$$

Länge, denn eine Bogensekunde ist der 206000ste Teil der Zeigerlänge. Nach den bisherigen Erfahrungen ist etwa

$$E = 20 \text{ bis } 40 \text{ Millimeter}$$

zu verlangen, also

$$l = 4000 \text{ bis } 8000 \text{ Meter.}$$

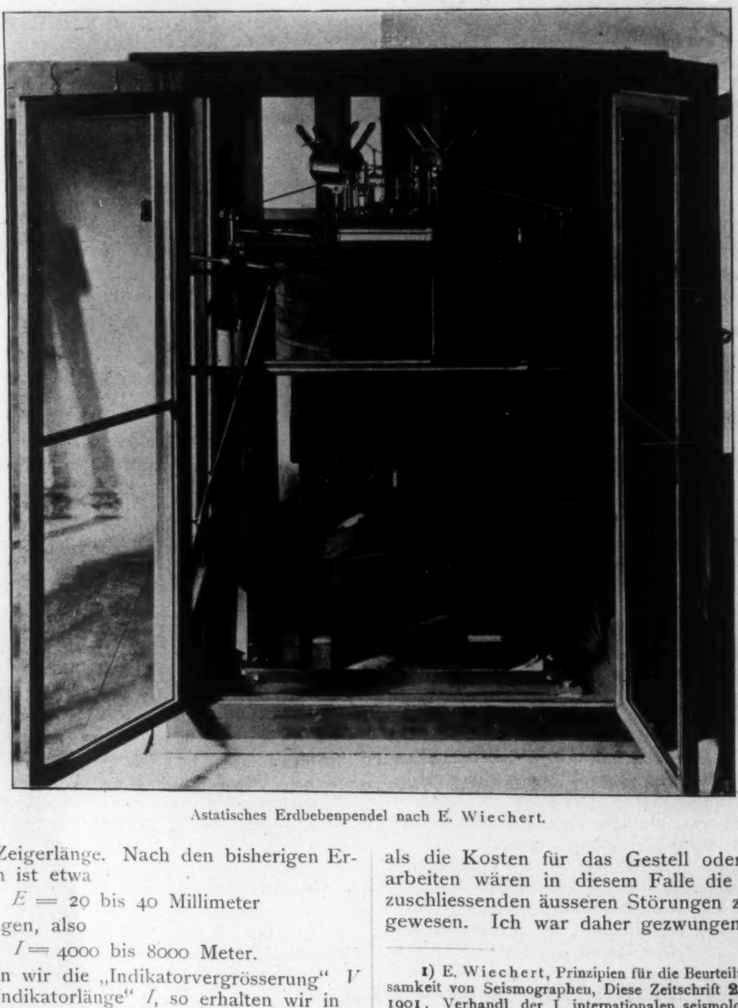
Dividieren wir die „Indikatorvergrösserung" V in die „Indikatorlänge" l, so erhalten wir in

$$L = \frac{l}{V}$$

die „äquivalente Pendellänge" des Seismographen, d. h. die Länge eines einfachen Pendels, welches die gleiche Schwingungsperiode haben würde.[1]) Da ich $V = 200$ erreichen wollte, war

$$L = 20 \text{ bis } 40 \text{ Meter}$$

vorzusehen. Längen in diesem Bereich wären also nötig gewesen, wenn ich nach italienischem Vorbild die stationäre Masse als gewöhnliches Pendel hätte aufhängen wollen. Noch viel mehr als die Kosten für das Gestell oder die Erdarbeiten wären in diesem Falle die nicht auszuschliessenden äusseren Störungen zu fürchten gewesen. Ich war daher gezwungen, von der



Astatisches Erdbebenpendel nach E. Wiechert.

1) E. Wiechert, Prinzipien für die Beurteilung der Wirksamkeit von Seismographen, Diese Zeitschrift **2**, 593 u. 605, 1901, Verhandl. der I. internationalen seismologischen Konferenz, 1901, Ergänzb. 1 der Beitr. z. Geophys. 264—280, Leipzig 1902; Theorie der automatischen Seismographen, Abhandl. der Kgl. Ges. der Wiss. zu Göttingen, N. Folge Bd. II, 1903, separat: Berlin, Weidmannsche Buchhandlung.

einfachen Pendelaufhängung abzusehen. Das Horizontalpendelprinzip durfte nicht gewählt werden, weil es für jede Komponente eine besondere stationäre Masse verlangt. Nach einigen Experimenten entschied ich mich schliesslich für ein verkehrtes Pendel, das durch Federkraft stabil gemacht wird.

Um die Diagramme lesbar zu machen, muss entweder die Eigenperiode des Apparates erheblich über die Perioden der zu registrierenden Störungen gesteigert, oder die störende Einwirkung der Eigenschwingungen durch eine hinreichend starke Dämpfung beseitigt werden. Die Eigenperiode T hängt mit der äquivalenten Pendellänge L durch die Formel

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

zusammen, wofür näherungsweise

$$T = 2\sqrt{L}$$

Sekunden gesetzt werden kann, wenn L nach Metern gerechnet wird. In den von mir angenommenen Fällen $L = 20$ bis 40 Meter war also mit $T = 9$ bis 13 Sekunden zu rechnen. Die Perioden bei Erdbeben gehen sehr oft über diesen Bereich hinaus. Ich musste also eine starke Dämpfung verlangen. Da Flüssigkeitsdämpfungen sehr von der Temperatur abhängen, entschloss ich mich, wie bei dem früher konstruierten photographierenden Horizontalpendel[1]) zu einer Luftdämpfung.

Schematische Beschreibung des Instrumentes.

Ich gebe zunächst eine kurze schematische Beschreibung des Instrumentes und beziehe mich dabei auf Figur 1, die, ebenso wie die beiden weiteren Zeichnungen 2 und 3, nur als schematische Skizze anzusehen ist.[2])

Das Gewicht M, die „stationäre Masse", ist um einen Punkt K drehbar, wo es von der Unterlage getragen wird. Oben wird es im Punkte A durch die beiden Stützstangen AB, AB' seitlich gehalten, von denen die eine nordsüdlich, die andere ostwestlich orientiert ist. Diese Stangen übertragen zugleich die Nordsüd- und die Ostwestkomponente der Bewegungen des Gewichtes auf den Schreibmechanismus. Da für beide Komponenten alles in genau gleicher Weise angeordnet ist, soll in der Beschreibung weiterhin nur noch auf eine von ihnen Rücksicht genommen werden, auf diejenige, welche zu AB gehört. — AB endet bei B an einem

1) E. Wiechert, Seismometrische Beobachtungen im Göttinger Geophysikalischen Institut, Nachrichten der Kgl. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, math.-phys. Klasse 1899, Heft 2, S. 195.

2) Man vergleiche damit den Anblick des wirklichen Instrumentes, von welchem die beigefügte Wiedergabe eines Lichtbildes eine Anschauung giebt.

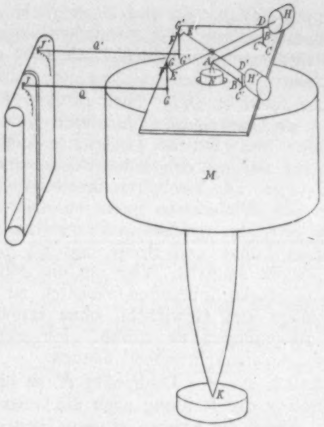


Fig. 1.

Hebel CCD, der um die Achse CC drehbar ist; D wiederholt so vergrössert die Bewegungen von A in der Richtung AB.

D nimmt auf der einen Seite den Dämpferkolben H mit, von dem später die Rede sein wird, und auf der anderen Seite die Schubstange DE, welche mittels des Armes EF die Achse GG dreht und so den Schreibstift J am Ende des Schreibarmes Q bewegt. Die Achse CC ist mit zwei Federn so verbunden, dass bei passender Regulierung des Punktes B auf CCD das Gewicht M gerade mit der gewünschten Kraft zur Mittellage geführt wird.

Einzelheiten.

Die stationäre Masse M besteht aus Eisen und bildet in dem Hauptteil einen aus einzelnen Stücken zusammengesetzten Cylinder von 80 cm Durchmesser und ca. 40 cm Höhe.

Der Drehpunkt K wird, um die Reibung auszuschliessen, durch ein Cardanisches Gehänge geboten, in dem die gewöhnlich verwendeten Schneiden und Pfannen durch Stahlblätter von 1 mm Dicke, 20 mm Breite und im biegsamen Teil 7 mm Länge ersetzt sind. Während jede der beiden aufeinander senkrechten Achsen im gewöhnlichen Falle durch je zwei auf Pfannen ruhenden Schneiden gebildet wird, geschieht das hier durch je zwei der vier Blätter, die dabei auf Zug beansprucht sind. Die ganze Last von 1000 kg verteilt sich also jedesmal auf $2 \times 20 =$ 40 qmm Stahlquerschnitt, was eine sehr gute Sicherheit giebt.

Das Federsystem ist auf einem eisernen Untersatz befestigt, während das Gewicht sich mit seiner unteren Säule nur einfach auf einen Querarm des Federsystems ohne weitere Be-

festigung auflegt. So wird es möglich, das Gewicht aufzusetzen und abzuheben, ohne den Untersatz und damit den Drehpunkt zu verschieben.

Das Gewicht endet oben in einer Säule *N* von 8 cm Durchmesser, die durch ein Loch in der Mitte der eisernen Tischplatte nach oben tritt, auf welcher der Bewegungsmechanismus montiert ist. Die Tischplatte ihrerseits wird von einem aus Winkeleisen gebauten sehr soliden Stativ getragen, welches in Form eines Käfigs von 1 m Länge und Breite und 1,3 m Höhe das Gewicht umgiebt. Vier um das Mittelloch gestellte starke Schrauben verhüten zu grosse Ausschläge des Gewichtes, ohne im übrigen seine Bewegungen zu stören. Ich werde sie später „Arretierschrauben" nennen.

Ähnlich wie der Drehpunkt *K*, so sind zur Beseitigung der Reibung auch die Gelenke bei *A*, *B*, *D* und die Achse *CC* unter Verwendung von Federn konstruiert. Bei *A*, *B* und *D* sind hierbei sehr einfach die Schubstangen zu 5—7 mm langen dünnen Stahldrähten verjüngt. Um dieses bei *A* in der vertikalen Mittellinie des Gewichtes zu ermöglichen, ist die Stützstange *BA* noch über *A* hinaus fortgesetzt und erst an dem Stäbchen *O* befestigt (Figur 2), welches

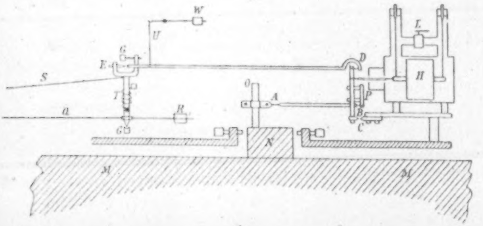


Fig. 2.

entsprechend exzentrisch auf *N* sitzt. Wie das eine Ende der Stützstange *AB* auf dem Stäbchen *O* an beliebiger Stelle befestigt werden kann, so ist auch das andere Ende auf dem Hebel *CD* auf und ab verschiebbar — bei den neueren Apparaten mittels Mikrometerschraube, — indem es an den Schlitten *P* geklemmt ist.

Die untere Drehachse des Hebels *DC* wird durch zwei Blattfedern *C* von ca. 6 mm Länge, ca. 0,5 mm Dicke und ca. 3 mm Breite gegeben, die ca. 20 mm seitlich voneinander abstehen, so dass sie zusammen gewissermassen eine einzige breite Feder bilden, von der ein Mittelstück fortgenommen ist. In Figur 2 ist ein Längsschnitt dieser Doppelfeder angedeutet, welche, so schwach sie scheint, das Gewicht *M* festzuhalten vermag.

Der Dämpferkolben *H* hat 10 cm Durchmesser und 6 cm Länge; er bewegt sich an vier Metallfäden hängend mit 0,3—0,4 mm Luftzwischenraum in einem hinten geschlossenen Cylinder, der vorne nur eine kleine Öffnung hat, um die von *D* kommende Verbindungsstange frei hindurch zu lassen. Die beiden Kammern vor und hinter dem Kolben können durch Öffnen des Hahnes *L* so verbunden werden, dass die Dämpfung zum grössten Teile verschwindet.

Die Gelenke bei *G*, *G* und *E* waren bei den ersten Instrumenten mittels Federn konstruiert; doch zeigte es sich, dass diese, selbst wenn sie nur $^1/_{10}$—$^1/_5$ mm dick genommen wurden, bei Indikatorvergrösserungen über 100 zu stark zur Geltung kamen und Unregelmässigkeiten verursachten. Bei den neueren Instrumenten ist daher eine Spitzenkonstruktion angewendet worden. — Die durch das Gegengewicht *W* mittels des Fadens *U* getragene Schubstange *DE* endet dabei auf der Seite *E* in einem Achathütchen, in welches sich eine Stahlspitze des drehbaren Systemes legt. Die Achse G, G wird gegeben, indem das System oben sich mit einer Spitze seitlich in ein Achathütchen legt und unten mit einer Spitze in einem Achathütchen aufruht. In Figur 2 sind die Spitzen und Hütchen angedeutet, nur ist dazu zu bemerken, dass in Wirklichkeit die Spitzen und Hütchen oben bei *G* und *E* in gleicher Höhe liegen. — Eine Stahlspirale *T*, die oben am Gestell und unten an dem drehbaren System befestigt ist, drückt die beiden oberen Spitzen fest in die Hütchen und entlastet zugleich bis auf etwa 10 g die untere Spitze.

Das drehbare System trägt den Schreibarm *Q* und das Gegengewicht *R*. Der sehr zierlich aus 0,9 mm dickem Aluminiumdraht gefertigte 48 cm lange Schreibarm ist infolge einer Gitterkonstruktion gegen seitliche Beanspruchung sehr widerstandsfähig; um ihn auch vor vertikalen Durchbiegungen zu bewahren, wird er von einem feinen Messingdraht *S* gestützt. Die „Schreibfeder", *a b c* in Figur 3, ragt noch 7 cm

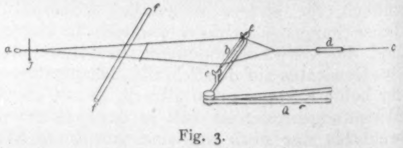


Fig. 3.

über den Schreibarm *QQ* hinaus; sie besteht aus 0,3 mm dickem Aluminiumdraht, liegt mit den sehr dünnen Zapfen ihrer Stahlachse *ee* in zwei Achatlagern am Ende des Schreibarmes, hat ein verschiebbares Gegengewicht *d* und trägt an ihrem vorderen Ende mit federnder Klemmung ein vertikal gestelltes Glasfädchen *J*, welches mit einem unten angeschmolzenen

Kügelchen von einigen Zehnteln Millimeter Durchmesser die Indikatorkurve in das berusste Papier einritzt.

Unter den Schreibfedern der beiden Komponenten läuft in einigen Millimetern Abstand ein gerader Aluminiumdraht *ff*, der zur „Zeitmarkierung" gehört. Er wird am Anfang jeder Minute auf 3 Sekunden und am Anfang jeder Stunde auf 10 Sekunden durch einen Elektromagneten aufgehoben, so dass durch Abheben der Schreibfedern Lücken in den Indikatorkurven entstehen. Da es schon vorgekommen ist, dass die Lücken sich (bei Naherdbeben) als störend erwiesen, wird nach einer Idee von Herrn Dr. Linke geplant, für jede Komponente eine gesonderte Zeitmarkierung der geschilderten Art einzurichten, die in der Phase um $^1/_2$ Minute gegeneinander verschoben sind, so dass stets eine Komponente schreibt. Eine merkliche Beeinflussung der Indikatorbewegung durch den Eingriff der Zeitmarkierung ist nicht vorhanden.

Die Papierstreifen für die Indikatorkurven der beiden Komponenten sind 225 mm breit und bilden gebrauchsfertig geklebt Ringe von 90 cm Umfang (Figur 1). Sie liegen nebeneinander unter den beiden Schreibfedern auf einer Walze von 6 cm Durchmesser, die durch ein Uhrwerk mit einer Umfangs-Geschwindigkeit von gewöhnlich ca. 15 mm in 1 Minute gedreht und dabei während eines Umlaufes der Papiere, d. h. in 1 Stunde, um ca. $4^1/_2$ mm seitlich verschoben wird. Unten werden die Papierringe durch eingelegte Rollen gestreckt, die eine Führung zur Verhütung der Schiefstellung haben; es würden andernfalls Störungen im Laufe der Papierstreifen zu befürchten sein.

Unter dem Eisengewicht steht ein starker Bock aus Eichenholz, der zur Montage und zur Sicherheit dient; er würde das Gewicht bei einem etwaigen Bruch der Federn des Cardanischen Tragsystemes schon nach einem Fall von wenigen Millimetern auffangen. Durch eine am Bock befestigte Schraube kann das Gewicht von den Tragfedern abgehoben werden. Es hängt dann an einer central unter dem eigentlichen Pendelkörper befindlichen kurzen Kette und kann durch Holzkeile ganz festgestellt werden. Wenn man in diesem Falle die Schraube herabdreht, so legt sich das Gewicht mit lose werdender Kette auf die Holzkeile. Bei der Montierung ist dieses die Anordnung, von der man ausgeht.

Der ganze Apparat wird von einem Schrank von Holz und Glas umschlossen, der 186 cm hoch, 138 cm breit und 176 cm lang ist. An den beiden Schmalseiten, d. h. vorne bei den Schreibarmen und hinten bei den Dämpfern, hat der Schrank Flügeltüren, an den beiden Längsseiten herausnehmbare Rahmen, so dass man leicht an alle Teile heran kann.

Für die Registrierung wird möglichst dünnes Briefpapier [1]) genommen, um den Widerstand für das Uhrwerk thunlichst herabzusetzen. Die Berussung geschieht in einer besonderen Vorrichtung mittels einer Petroleumflamme, die Fixierung mittels einer Lösung von gebleichtem Schellack in Alkohol, die so weit verdünnt wird, dass die Blätter nach dem Trocknen eben nicht mehr blank erscheinen.

Justierung.

Man beginnt die Justierung mit der Richtigstellung des eisernen Untersatzes, welcher das Cardanische Federsystem und so den Stützpunkt K des Gewichtes trägt, sowie des Bockes. Der Stützpunkt soll genau unter der Mitte des Loches in der Tischplatte stehen, so dass das Gewicht für sich gerade im (labilen) Gleichgewicht ist, wenn seine obere Säule central durch die Tischöffnung tritt. Man erkennt dies daran, dass das Gewicht sich bei abgenommenen Stützarmen AB, AB' mit gleicher Kraft an beliebige zwei der vier ein wenig auseinander geschraubten Arretierschrauben anlegt. Der Bock soll so stehen, dass die Lage des Gewichtes sich seitlich nicht ändert, wenn man es mittels der Kette von dem Federsystem abhebt. Zeigen sich diese Bedingungen nicht erfüllt, so verbessert man die Stellungen von Untersatz und Bock abwechselnd durch vorsichtiges, schrittweises Verschieben, indem man das Gewicht einmal auf den Untersatz stellt, und dann an die Kette des Bockes hängt, stets sorgfältig darauf achtend, dass das Federsystem nicht etwa durch Anlegen des Gewichtes an den Bock seitlich gedrückt wird und so in Gefahr kommt.

Stehen Untersatz und Bock richtig, so setzt man das Gewicht auf die Federn, befestigt die Stützarme AB, AB' und reguliert durch Heben und Senken der Schlitten an den Enden B, B', wodurch der Einfluss der Federn C, C' geändert wird, die Schwingungsperiode T auf den gewünschten Wert. Die Schubstangen DE, DE' können bei dieser Operation noch ausserhalb der Achathütchen bei E, E' bleiben, so dass die Schreibarme noch nicht mitgenommen werden. Später wird dann freilich durch Einschalten der Schreibarme die Schwingungsdauer geändert; aber dieses findet nur in geringem Masse statt, und man kann an dem im übrigen fertig regulierten Instrument die erforderliche Korrektion sehr leicht vornehmen.

Auf die angenäherte Regulierung der Eigenperiode folgt die angenäherte Regulierung der Indikatorvergrösserung V. Man lässt sich hier-

1) Nicht Glanzpapier; vergl. die erste der auf Seite 822 citierten Arbeiten.

bei von den geometrischen Verhältnissen leiten, indem man den Abstand $E-GG$ so berechnet und einstellt, dass die Schwerpunktsbewegungen von M etwas (vielleicht 20 Proz.) stärker als die gewünschte Indikatorvergrösserung V durch den Indikator vergrössert werden. Es fällt nämlich V geringer aus als die Vergrösserung der Schwerpunktsbewegungen, weil die Masse M nicht im Schwerpunkt vereinigt ist und auch die übrigen Teile des Bewegungsmechanismus Masse enthalten.

Der nächste und besonders wichtige Schritt besteht in der Herstellung der Unabhängigkeit der beiden Indikatoren. Lenkt man den einen Schreibarm ab, indem man ihn direkt mit der Hand zur Seite führt, so darf der andere sich nicht mit bewegen. Wird diese Bedingung nicht erfüllt, so stehen die Arme AB, AB' nicht genügend genau senkrecht aufeinander. Man muss dann die Arme verkürzen oder verlängern und die veränderte Lage des Schwerpunktes von M durch Auflegen von Gewichten auf seine obere Fläche wieder ausgleichen, so dass die Schreibarme Q, Q' ihre frühere Mittellage wieder annehmen. Bewegt sich der frei gelassene Schreibarm im gleichen Sinne wie der abgelenkte, so ist der Winkel BAB' spitz, man muss AB, AB' also verkürzen und auf M vorne, d. h. auf der Seite der Schreibarme, Gewichte auflegen. Die umgekehrten Operationen sind nötig, wenn die Schreibarme sich gegeneinander bewegen. Bei den neuesten Apparaten sind die Dämpfer, welche die Hebel CD, $C'D'$ tragen, so weit seitlich verschiebbar, dass sich die Senkrechtstellung der Arme AB, AB' direkt erzielen lässt.

Da bei Verrückungen des Gewichtes M, wie sie bei Erdbeben stattfinden, der Winkel BAB' verändert wird, bleibt streng genommen die Unabhängigkeit der Indikatoren während der Registrierungen nicht gewahrt. Die ersten Instrumente zeigten diesen Fehler noch in merklicher Grösse; es wurden daher später die Stützarme AB, AB' länger gemacht, so dass die Beeinflussung nun auch bei sehr starken Erdbeben praktisch verschwindet. —

Während der Einstellung auf Unabhängigkeit der Indikatoren ist zur Vermeidung von Unsymmetrie in den Aufzeichnungen der Seismographen darauf zu achten, dass in der Mittellage der Schreibarme die Federn C, C' ungespannt sind und die Hebel EF, $E'F'$ senkrecht zu den Schubstangen DE, $D'E'$ stehen. Das erstere ist an der Stellung der Hebel CD, $C'D'$ leicht zu erkennen; das letztere beurteilt man durch Visieren von oben, indem man die Verbindungslinie der Spitzenpaare E, F und E' F' ins Auge fasst. Korrekturen sind möglich durch Verkürzen oder Verlängern der Schubstangen ED, $E'D'$, Auflegen von Gewichten auf M und Verdrehen der Schreibarme, die nur mit geringer Reibung auf den Achsen festsitzen. —

Nach diesen Vorbereitungen kann der Apparat in Gang gesetzt werden, indem man eine etwaige genauere Einstellung auf die gewünschte Empfindlichkeit von dem Ausfall der demnächst vorzunehmenden Konstantenbestimmung abhängig macht. Man hängt die berussten Papierstreifen ein, setzt die Schreibfedern auf und reguliert die Gegengewichte der letzteren so, dass die Glasstifte mit nur eben hinreichender Kraft aufruhen, um den Russ sicher zu durchschneiden.

Es möge hier noch eine Bemerkung über die Dämpfung Platz finden. An den bisher gebauten Apparaten ist eine besondere Regulierung nicht vorgesehen; man kann aber dennoch eine stärkere oder schwächere Dämpfung erreichen, indem man bei C, C' schwächere oder stärkere Federn einsetzt. Um zur früheren Empfindlichkeit zu kommen, müssen dann die Stützpunkte B, B' (und A) gesenkt oder gehoben und die Hebelarme EF, $E'F'$ verlängert oder verkürzt werden, so dass die Dämpferkolben sich bei gleichen Ausschlägen mit veränderter Geschwindigkeit bewegen und eine veränderte Dämpfung ergeben. Da die Dämpfung proportional mit dem Quadrate der Hebellängen CB, $C'B'$ variiert, lässt sich auf diese Weise eine sehr ausgiebige Variation der Intensität erzielen; freilich sind die Operationen ziemlich unbequem und ich beabsichtige daher eine Regulierung der Dämpfung einzurichten, bei der es nicht nötig ist, in den Bewegungsmechanismus einzugreifen.

Bestimmung der Konstanten.

Vor allem wichtig ist die Kenntnis der Indikatorvergrösserung V, d. h. der Vergrösserung sehr schneller Erschütterungen, und der äquivalenten Indikatorlänge I, d. h. der Neigungsempfindlichkeit bei Bogenmass.

Mit V und I hängen unmittelbar zusammen die äquivalente Pendellänge

$$L = \frac{I}{V},$$

die reduzierte Eigenperiode

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} = (2{,}004 \text{ bis } 2{,}009) \sqrt{L_{\text{Meter}}} = \text{ca. } 2\sqrt{L_{\text{Meter}}},$$

d. h. die Eigenperiode bei ausgeschalteter Dämpfung und ausgeschalteter Reibung am Schreibstift, und, als ein anderes Mass für die Neigungsempfindlichkeit, der Ausschlag für eine Bogensekunde

$$E = \frac{I}{206000}.$$

Zunächst wird T_0 für beide Komponenten festgestellt. Um die Dämpfung auszuschalten, öffnet man jedesmal den Hahn an dem Dämpfer der betreffenden Komponente. Es bleibt freilich auch dann eine gewisse Dämpfung zurück, diese ist aber so gering, dass es im allgemeinen nicht nötig sein wird, ihren Einfluss noch besonders durch die Rechnung zu eliminieren. Der Einfluss der Reibung des Schreibstiftes auf die Periode ist bei grösseren Ausschlägen sehr gering und fällt ganz fort, wenn man das Uhrwerk anhält, welches das Papier bewegt.

Zweitens wird I bestimmt. Hier ist ein besonderer kleiner Apparat beigegeben, der es erlaubt, die Messung für beide Komponenten zugleich auszuführen. Er besteht in einer wageartigen Vorrichtung, die, an dem Traggestell des Eisentisches befestigt, bei Auflegen eines Gewichtes auf ihre Wagschale einen Stift mit der halben Kraft seitlich gegen das Eisengewicht M in der Höhe des Schwerpunktes drückt, und es so ablenkt. Betrachtet man den Seismographen im ganzen, so wirkt die ablenkende Kraft von hinten nach vorn, also unter 45^0 gegen die beiden Komponentenrichtungen. Ist μ das aufgelegte Gewicht, so kommt demnach für jede Komponente die ablenkende Kraft

$$\frac{\mu g}{2} \cos 45^0 = 0{,}35 \cdot \mu g$$

in Rechnung. Sie entspricht einer Neigung

$$i = \frac{0{,}35 \cdot \mu g}{Mg} = 0{,}35 \cdot \frac{\mu}{M},$$

wenn M die Masse des Eisengewichtes bezeichnet; ist also a der für die betreffende Komponente beobachtete Ausschlag des Indikators, so folgt

$$I = \frac{a}{i} = \frac{a}{0{,}35} \frac{M}{\mu}.$$

Ergiebt das Experiment z. B. für $\mu = 5g$, $a = 10{,}5$ mm und ist, den neueren Apparaten entsprechend, $M = 10^6 g$, so wäre

$$I = \frac{10{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 10^6}{0{,}35 \cdot 5} = 6000 \text{ m},$$

$$E = \frac{I}{206000} = 29 \text{ mm}.$$

Hat die Messung der reduzierten Schwingungsperiode überdies ergeben

$$T_0 = 11^s, \text{ also } L = 30 \text{ m},$$

so wäre weiter

$$V = \frac{6000}{30} = 200. —$$

Festzustellen ist nun noch die Reibung am Schreibstift und das Dämpfungsverhältnis.

Der Reibungswiderstand des Schreibstiftes wird in bequemer Weise nach der Grösse des maximalen Reibungsausschlages r beurteilt, d. h. des Ausschlages, der durch die Reibung im Maximum aufrecht erhalten werden kann. Um ihn in einfacher Weise zu messen, schaltet man die Dämpfung aus und vermindert, um den Einfluss der Bewegung der Schreibfläche zu beseitigen, die Geschwindigkeit des Uhrwerks so weit, dass die Kurve bei Eigenschwingungen nur gerade noch auflösbar bleibt. Wäre dann gar keine Dämpfung vorhanden, so würde die Verminderung der grössten Ausweichung von einem Ausschlage bis zum nächsten nach derselben Seite $= 4r$ sein. Die noch zurückgebliebene Dämpfung bewirkt eine verstärkte Verminderung der Ausschläge, und zwar in der Weise, dass die Verstärkung mit verschwindender Amplitude der Schwingungen verschwindet. Man wird also die Abnahme der Schwingungen verfolgen und aus der schliesslich sich zeigenden Verminderung der Ausschläge r ableiten.

Es ist leicht, aus der Grösse des maximalen Reibungsausschlages r auf den Widerstand R zu schliessen, den der Indikator bei seiner Bewegung auf der Schreibfläche findet, und es empfiehlt sich, zur Kontrolle stets R zu berechnen. Nach meinen bisherigen Erfahrungen ist $R = \frac{1}{2}$ Milligramm-Gewicht die erreichbare untere Grenze. Ist die im Indikator „resultierende Masse" m des Gehänges bekannt, so kann die Formel

$$R = r \cdot \frac{mg}{L}$$

benutzt werden. Kennt man m nicht, so wird es meist genügen, die nur näherungsweise richtige Formel

$$R = r \frac{Mg}{V^2 L} = r \cdot \frac{Mg}{VI}$$

zu benutzen, indem M/V^2 für m gesetzt wird. Rechnet man m bezüglich M nach Gramm, setzt $g = 980$ und verwendet für r und L, bezüglich I gleiches Mass, so ergiebt sich R in Dynen. 1 Dyne ist $= 1{,}02$ Milligramm-Gewicht, als Masseinheit für den berechneten Wert von R kann praktisch also auch genügend genau das Gewicht eines Milligramms gelten. Ist $M = 1000$ kgr $= 10^6$ gr, $V = 200$, $I = 6000$ m $= 6.10^6$ mm, so ergiebt die obige Näherungsformel:

$$R_{\text{Dynen}} = 0{,}8\, r_{\text{Millimeter}},$$

wofür wegen des Unterschiedes von m und M/V^2 besser

$$R_{\text{Dynen}} = r_{\text{Millimeter}}$$

zu setzen wäre.

Nachdem r gefunden ist, erhält man das Dämpfungsverhältnis $\varepsilon : 1$, d. h. das Verhältnis zweier aufeinander folgender grösster Ausschläge (nach verschiedenen Seiten) sehr einfach mittels der Formel

$$\varepsilon : 1 = a_0 - r : a_1 + r,$$

oder

$$\varepsilon : 1 = l_0 - 2r : l_1 + 2r,$$

wenn a_0 und a_1 zwei positiv gerechnete aufeinander folgende grösste Ausschläge und l_0, l_1 zwei positiv gerechnete aufeinander folgende Schwingungsweiten (gemessen von einem Umkehrpunkt bis zum nächsten) bedeuten. Von der Einwirkung der Papierbewegung, die mit kleiner werdenden Schwingungen immer stärker zur Geltung kommt, ist hier abgesehen; man muss daher entweder mit grösseren Ausschlägen arbeiten, oder das Uhrwerk so stark hemmen, dass die Kurve nur eben noch lesbar bleibt.

Aufstellung des Seismographen.

Bei der grossen Wichtigkeit einer zweckmässigen Aufstellung des Seismographen mögen hier zum Schluss noch einige Worte über die bisherigen Erfahrungen in dieser Hinsicht Platz finden.

Das zuerst gebaute Instrument stand längere Zeit in einem Saale der Kgl. Sternwarte zu Göttingen, dessen Fussboden zu ebener Erde liegt. Wie stark die gemauerte Grundplatte ist, welche das Instrument trug, kann ich nicht angeben, doch ist nicht mehr als $^1/_2$ m Dicke anzunehmen. Die Grundplatte geht bis dicht an eine Längsseite des Saales heran.

Es zeigte sich, dass Sonnenschein und Wind eine sehr starke Einwirkung hatten. Unter der Einwirkung des Sonnenscheins gingen die Schreibarme im Tage entsprechend 2 und mehr Bogensekunden Neigung des Apparates hin und her. Mit überraschender Schnelligkeit, in wenigen Minuten, äusserte sich die Wirkung jeder einzelnen die Sonne verdunkelnden Wolke. Daran änderte sich nichts, wenn die Fensterläden fest geschlossen wurden. — Schon bei leichtem Wind waren die Kurven so unruhig, dass die Aufzeichnung der Pulsationen und schwacher Fernbeben ernstlich beeinträchtigt wurde, Sturm hatte Zacken von 5 Millimetern und mehr zur Folge.

Betrat man den Saal, so zeigte das Instrument schon merkliche Ablenkungen, wenn man auf 3—4 m herankam; unmittelbar beim Apparat stehend, verursachte ein Mensch Ablenkungen von 20 Millimeter und darüber. Um ein Herantreten an den Apparat ohne Störung für diesen zu ermöglichen, musste eine dicht über dem Fussboden schwebende, an der Decke aufgehängte Brücke gebaut werden. Die 1 Meter starke Mauer neben der Grundplatte des Instrumentes trägt in ca. 4 Meter Höhe eine Holzgalerie: Ging man auf dieser hin und her, so war das sehr wenig zwar, aber doch deutlich in den Seismographenkurven zu bemerken.

Die Operationen am Meridianspalt des Nachbarsaales der Sternwarte wurden stets in eigenartigen Diagrammen registriert.

Der Wagenverkehr in den umliegenden Strassen, deren nächste ca. 35 Meter vom Instrument entfernt war, machte sich entsprechend den sehr schnellen Bodenschwingungen in einer Verbreiterung der Kurven bemerkbar. Es konnten die Spuren eines einzelnen Wagens schon erkannt werden, wenn er noch 100 Meter entfernt war. An den infolge des fehlenden Wagenverkehrs erheblich feineren Kurven waren die Nachtstunden von den Tagesstunden leicht zu unterscheiden. — Störend ist diese Wagenunruhe thatsächlich niemals gewesen; sie hätte es jedenfalls nur bei ganz winzigen, an der Grenze des Beobachtbaren liegenden Aufzeichnungen von Naherdbeben werden können. Dabei ist aber zu beachten, dass Göttingen nur etwa 30000 Einwohner zählt und die Sternwarte in der äusseren Gartenstadt liegt.

Bei dem Neubau des Göttinger Geophysikalischen Institutes ausserhalb der Stadt wurde das Instrument in einem halb unterirdischen Hause aufgestellt, dessen Dach nur 1—1$^1/_2$ Meter über die Erde emporragt. Hier sind Störungen durch Sonnenschein und Wind unmerklich. — Das Instrument steht ohne besonderes Fundament direkt auf der Betonschicht, mit welcher der Felsenuntergrund zur Ausgleichung bedeckt ist. Dem viel festeren Boden entsprechend verursacht ein in die Nähe tretender Mensch hier nur etwa 5 mal geringere Ablenkungen als früher in der Sternwarte, dennoch sind die Störungen noch so empfindlich gross, dass der auch hier angewandte Hängeboden unbedingt notwendig scheint. In ca. 100 Meter Entfernung von dem Instrument führt eine Chaussee vorüber; der Wagenverkehr auf dieser bleibt in der Regel ohne Spuren, nur sehr schwere Gefährte, z. B. Dampfwalzen, machen sich in einer Verbreiterung der Indikatorkurven bemerkbar.

In Leipzig[1]) (Kgl. Geologische Landesanstalt) und in Strassburg (Kaiserl. Centralstation für Erdbebenforschung) stehen gleiche Instrumente wie in Göttingen mitten in Grossstädten. Beidemal macht sich der Stadtbetrieb viel stärker bemerkbar als in der Sternwarte zu Göttingen; in Leipzig, wo die Verhältnisse bei weitem am ungünstigsten liegen, beschreiben die Indikatoren fortdauernd Zickzacklinien, deren Amplitude am Tage bis $^1/_4$ Millimeter und darüber geht. Trotzdem ist die Störung der Erdbebenaufzeichnungen sehr gering und nur für schwache Naherdbeben am Tage ernstlich zu fürchten.

Überblickt man alle diese Erfahrungen, so wird man zu folgenden Schlüssen geführt. Es empfiehlt sich sehr, den Seismographen in einem

1) Fr. Etzold, Berichte der Kgl. Sächs. Gesellsch. der Wiss. zu Leipzig, math.-phys. Kl. 1902, S. 283.

nicht bewohnten, möglichst niedrigen Hause aufzustellen. Wenn nicht ein gesondertes, sehr tiefes Fundament für den Apparat gebaut werden kann, wird es nötig sein, die Störungen infolge des Menschenverkehrs durch einen Hängeboden zu mildern. Grosse Städte sind nicht unbedingt zu fürchten, immerhin wird man in solchen mit Sorgfalt einen möglichst günstigen Platz aufsuchen müssen.

Beeinflussung der Tonhöhe von Stimmgabeln durch Magnetismus.

Von O. Kirstein.

Im Jahre 1885 hatte die Wiener Stimmtonkonferenz empfohlen, Stimmgabeln auf Resonanzkästen mit elektromagnetischer Erregung zu benutzen, um eine grössere Schwingungsdauer zu erzielen.

Hiergegen wandte sich Loewenherz[1]), welcher die Beobachtung gemacht hatte, dass „der Ton der Stimmgabel sich mit der jeweiligen Einstellung des elektrischen Kontaktes, der das Fortklingen veranlasst und namentlich auch mit der Stärke des Stromes nicht unerheblich ändert". Die Methode, Stimmgabeln elektromagnetisch zu erregen, hatten bereits früher Lissajous[2]) und Mercadier[3]) benutzt.

Mercadier fand, dass der Magnetismus auf die Amplitude von Einfluss war, so, dass bei Veränderungen der Entfernung des Elektromagneten von der Gabel zwischen ein bis vier Millimeter die Amplitude ungefähr umgekehrt proportional der Entfernung war. Die erste Beobachtung stammt von Wertheim[4]), welcher fand, dass die Veränderung der Schwingungszahl aufhörte, sobald die Stimmgabel aus dem magnetischen Felde wieder entfernt wurde. Trèves[5]) fand 1868 eine Bestätigung dieser Beobachtung.

Eingehendere Untersuchungen sind nur von Maurain[6]) angestellt, welcher fand, dass die Schwingungszahl der Stimmgabel abnahm, wenn die Schwingungsebene parallel zum Felde lag, dagegen zunahm, wenn die Schwingungsebene senkrecht zum Felde stand. In der ersten Lage fand er eine starke Dämpfung.

Heerwagen[7]) stellte nur eine Verringerung der Schwingungszahl im magnetischen Felde fest, Wiedemann[1]) dagegen nur eine Erhöhung derselben.

Es ist bei Wiedemann in keiner Weise ersichtlich, dass eine Erhöhung der Schwingungszahl eintreten muss.

Er benutzt zwei Stimmgabeln, welche von gleicher Schwingungszahl sind, also beim Anschlagen keine Schwebungen zeigen. Von diesen bringt er die eine in ein magnetisches Feld und beobachtet jetzt ein Auftreten von Schwebungen. Hieraus nun schliesst er auf eine Tonerhöhung der im Felde befindlichen Stimmgabel. Woraus gerade auf eine Tonerhöhung geschlossen wird, ist jedoch nirgends ersichtlich.

Wenn beim Erregen von zwei Stimmgabeln zwischen denselben Schwebungen auftreten, so ist doch hiermit nur eine Verschiedenheit der Tonhöhe gegeben. Welche der Stimmgabeln die höhere Schwingungszahl besitzt, muss jedoch erst durch eine Untersuchung festgestellt werden. Diese Untersuchung fehlt bei Wiedemann, und kann daher aus dem Versuchsergebnis mit der gleichen Berechtigung auf eine Erniedrigung der Schwingungszahl geschlossen werden.

Die von mir ausgeführten Untersuchungen hatten nun den Zweck, zu untersuchen, welcher Art die Veränderungen der Schwingungszahl einer Stimmgabel sind, wenn die Achse der Stimmgabel senkrecht von den Kraftlinien geschnitten wird.

Bei der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt werden Stimmgabeln geprüft durch Vergleichung der zu prüfenden Stimmgabel mit einer Differenzstimmgabel, indem die zwischen beiden auftretenden Schwebungen gezählt werden. Bei einiger Übung giebt diese Methode die genauesten Resultate, und wurde hier verwandt.

Bei den ersten Untersuchungen wurde eine Stimmgabel mit rechteckigem Querschnitt benutzt, deren Schwingungszahl zu 510 angegeben war. Diese Zahl entsprach den Schwingungen, nach französischer Weise gezählt, welche die Zeit, die zwischen einer Elongation bis zur nächsten auf der anderen Seite verfliesst, als die Dauer einer Schwingung bezeichnet. In Deutschland gilt der doppelte Wert, also die Zeit zwischen einer Elongation bis zur nächsten auf derselben Seite, als die Dauer einer Schwingung. Die Anzahl der Schwebungen, welche beobachtet werden, ist nun gleich der Differenz der Schwingungszahlen, nach deutscher Weise gezählt.

Als Differenzstimmgabel wurde eine Stimmgabel benutzt, welche mit der zu untersuchen-

1) Loewenherz, Über d. Herstellg. v. Stimmgabeln. Z. f. Instrumentenkunde 8. Jahrg. 1888.
2) Lissajous, Mémoire sur l'étude optique des mouvements vibratoires. Compt. rend. **45**, 1857, S. 51.
3) Mercadier, Sur un électro-diapason à mouvement continu. Compt. rend. **76**.
4) Wertheim, Ann. de chim. et de phys. **12**, 610, 1844.
5) Trèves, Compt. rend. **67**, 321, 1868.
6) Maurain, Compt. rend. **121**, 248, 1895.
7) Heerwagen, Schriften der Naturf. Ges. d. Univ. Dorpat. Heft 6, 1890.

1) Wiedemann, Lehre v. d. Elektrizität. 2. Aufl. 1895. III. Band S. 818.

den ungefähr zwei Schwebungen in einer Sekunde machte. Da unbekannt war, welche der beiden Gabeln die höhere Schwingungszahl hatte, wurde dies durch Versuche festgestellt. Es ergab sich, dass bei Belastung der Zinken der Differenzstimmgabel die Zahl der Schwebungen grösser, dagegen bei Belastung der Zinken der zu untersuchenden Gabel die Zahl kleiner wurde. Die Anzahl der Schwingungen der Differenzstimmgabel ergab sich zu $\backsim$ 253, nach deutscher Weise gezählt.

Zur Kontrolle der zu untersuchenden Gabel auf etwaige dauernde Einwirkungen des Magnetismus diente eine dritte Gabel, welche gleichfalls 255 (510) Schwingungen machte.

Als Magnet diente ein Ruhmkorffscher Elektromagnet, welcher von einer regulierbaren Akkumulatorenbatterie gespeist wurde, zur Zeitmessung ein Hippsches Chronoskop, welches eine Zeitbestimmung bis zu 10^{-3} Sekunden gestattete.

Die Feldstärke wurde mit einer Wismutspirale bestimmt. Für die Änderung des Widerstandes der Spirale von 0,01 Ohm ergab sich $\frac{W_F - W_o}{W_o} = 0{,}0005\,102$, und hieraus die Veränderung der Feldstärke zu ungefähr 10 Kraftlinien.

Aus den Untersuchungen der Änderung der Tonhöhe, wenn die Schwingungsebene senkrecht zum Felde lag, seien hier einige gegeben.

t_b: Mittelwert aus den Beobachtungszeiten in Sekunden.

s_b: Anzahl der beobachteten Schwebungen.

s: Anzahl der errechneten Schwebungen in 1 Sekunde.

W_F: Widerstand der Wismutspirale im Felde.

W_o: Widerstand der Wismutspirale ausserhalb Feld.

$\mathfrak{G} = \frac{W_F - W_o}{W_o}$; Feldstärke, der Tabelle, zu der Wismutspirale gehörend, entnommen.

D: Differenz der Schwebungen im Felde und ausserhalb des Feldes. (+ = Zunahme, — = Abnahme.)

Aus den Spalten „t_b", „$\mathfrak{G}$" und „D" ergiebt sich, dass mit steigender Feldstärke auch ein Ansteigen der Schwingungszahl auftritt. Eine Kurve, welche nach dem erlangten Werte hergestellt wurde, ergab für $D = F(\mathfrak{G})$ einen gleichen Verlauf wie eine Magnetisierungskurve. Ungefähr bei $\mathfrak{G} = 1900$ hatte die Kurve ein charakteristisches Knie. In gewissen Intervallen war der Quotient $D/\mathfrak{G}$ nahezu derselbe. Es ergaben sich für $D/\mathfrak{G}$ folgende Mittelwerte:

Intervalle von $\mathfrak{G}$.	$D/\mathfrak{G}$
100—400	0,000451
500—1900	0,000384
2000—2300	0,000450
2400—2800	0,000540
2900—3400	0,000640

Innerhalb grösserer Intervalle findet sich also direkte Proportionalität zwischen D und $\mathfrak{G}$. Bezeichnet man den Faktor mit c, so ergiebt sich

1) . . . . . $D = c\mathfrak{G}$.

Diese Konstante c wächst mit zunehmender Feldstärke, und zwar bei schwachem Felde in grösseren Intervallen von $\mathfrak{G}$, bei stärkerem Felde in kleinen Intervallen von $\mathfrak{G}$, d. i. bei kleinen Feldstärken ruft eine geringe Veränderung des Feldes nur eine geringe Änderung der Schwingungszahl hervor, während bei stärkerem Felde ($\mathfrak{G} > 1900$) bereits durch eine kleine Änderung der Feldstärke eine grössere Änderung der Schwingungszahl hervorgerufen wird.

Bei der untersuchten Stimmgabel nahm die Schwingungszahl innerhalb eines Feldes von 0—1900 um 0,79 Schwingungen zu, während in einem Intervall von 1900—2800, also einem nur ungefähr halb so grossen Intervall, dieselbe Zunahme von 0,79 Schwingungen beobachtet wurde. Bei $\mathfrak{G}$ = 2800—3450, dem dritten Teile des ersten Intervalls, zeigte sich dieselbe Zunahme von 0,79.

Es wurde die Beobachtung gemacht, dass die Tonhöhe der Stimmgabel von den Kraftlinien nicht dauernd beeinflusst wurde.[1]) Sobald der Strom unterbrochen wurde, trat sofort die ursprüngliche Zahl der Schwebungen wieder ein, selbst dann, wenn die Stimmgabel zwischen den Polen des unerregten Magneten gelassen wurde.

1) Trèves, Compt. rend. **67**, 321, 1868. Wertheim.

t_b	s_b	s	W_F	W_o	$\frac{W_F - W_o}{W_o}$	$\mathfrak{G}$	D
4,558	10	2,17	19,93	19,8	0,0065	425	+ 0,08
4,495	10	2,22	20,18	19,9	0,0140	750	+ 0,13
4,087	10	2,45	20,62	19,88	0,0370	1550	+ 0,36
3,945	10	2,54	20,58	19,7	0,0450	1825	+ 0,45
3,875	10	2,58	20,76	19,63	0,0580	2000	+ 0,68
3,128	10	3,20	21,04	19,73	0,0700	2450	+ 1,30
3,066	10	3,26	19,91	18,37	0,0840	2600	+ 1,36
2,935	10	3,41	20,81	18,37	0,0780	2800	+ 1,51

Der remanente Magnetismus hatte keinerlei Einfluss auf die Tonhöhe. Bei der Erregung des Magneten dagegen, und mochte sie noch so schwach sein, trat sofort eine Änderung in der Zahl der Schwebungen ein.

Die während der Versuche angestellten Proben, ob die Schwingungszahl sich dauernd verändere, ergaben folgende Werte:

2,09; 1,90; 2,05; 2,01; 2,02; 2,05; 2,04; 2,00; 2,07; 2,06; 2,01; 2,10; 2,01.

Die Veränderung der Schwingungszahl von Stimmgabeln wird also nur durch den temporären Magnetismus hervorgerufen.

Nachdem festgestellt war, dass die Schwingungszahl erhöht wird, wenn die Schwingungsebene senkrecht zum Felde schwingt, wurde die Ebene parallel zum Felde gelegt.

Unter Zugrundelegung der bereits oben angegebenen Bezeichnungen seien im folgenden einige der Versuchsresultate angegeben:

t_b	s_b	s	W_F	W_o	$\frac{W_F - W_o}{W_o}$	$\mathfrak{G}$	D
5,391	10	1,86	19,95	19,88	0,003	250	—0,18
5,910	10	1,69	19,90	19,79	0,006	500	—0,38
3,418	5	1,46	20,01	19,78	0,012	650	—0,59
3,840	5	1,30	20,05	19,73	0,016	850	—0,74
3,060	3	0,98	20,10	19,68	0,020	1000	—1,03
3,975	5	1,26	20,34	19,87	0,024	1100	—0,78
3,350	3	0,90	20,39	19,78	0,031	1350	—1,14

Bei dieser Lage der Stimmgabel zum Felde trat bei Feldstärken > 500 bereits eine merkliche Dämpfung auf, welche es unmöglich machte, eine grössere Anzahl Schwebungen zu zählen. Es dürften in den Zinken der Stimmgabel Wirbelströme induziert werden, welche auf die Bewegung der Zinken hemmend einwirken.[1])

Auch bei dieser Versuchsanordnung ergiebt sich direkte Proportionalität zwischen der Feldstärke und der Differenz der Schwebungen

2) . . . . . $D = c \cdot \mathfrak{G}$,

und zwar ergab sich für c aus den gesamten Beobachtungen ein Mittelwert zu 0,00088.

Aus der Spalte „t_b“, „$\mathfrak{G}$“ und „D“ ergiebt sich, dass mit wachsender Feldstärke eine Verkleinerung der Anzahl der Schwebungen eintritt, d. i. mit wachsender Feldstärke wird die Schwingungszahl einer Stimmgabel in der angegebenen Lage zum Felde kleiner.

Aus einem Vergleich der Resultate aus beiden Versuchsanordnungen ergab sich, dass bei gleicher Feldstärke die Abnahme der Schwingungszahl kleiner ist als die Zunahme.[2])

In der folgenden Tabelle befindet sich eine Gegenüberstellung der Zunahme und Abnahme der Schwingungszahl bei gleicher Feldstärke:

$\mathfrak{G}$	Zunahme.	Abnahme.
100	0,05	0,08
200	0,08	0,18
300	0,14	0,26
400	0,17	0,35
500	0,22	0,44
600	0,26	0,53
700	0,30	0,62
800	0,33	0,71
900	0,37	0,80
1000	0,41	0,88

Da in zwei Lagen der Stimmgabel zum Felde, welche aufeinander senkrecht stehen, eine Vergrösserung und eine Abnahme der Schwingungszahl eintrat, lag die Vermutung nahe, dass in einer Zwischenlage die Schwingungszahl von dem magnetischen Felde unbeeinflusst bleiben würde.

Versuche, welche nach dieser Richtung hin angestellt wurden, ergaben eine Bestätigung der Annahme.

Es wurde bei bestimmter Feldstärke die Schwingungsebene der Stimmgabel im Felde um 180° gedreht, so zwar, dass die Lage der Ebene zum Felde senkrecht mit 0° bezeichnet wurde, die parallel zum Felde mit 90°.

In den folgenden Tabellen bezeichnet unter gleicher Bezeichnung von t_b, s_b, s und D wie oben α den Drehungswinkel der Ebene, wobei die mit + bezeichneten Werte von D eine Zunahme, die mit — eine Abnahme der Schwebungen, also der Schwingungszahl angeben.

I.

Ausserhalb des Feldes betrug die Anzahl der Schwebungen in 1 Sekunde:

2,02;

II a.

$$W_F = 19{,}74;\quad W_o = 19{,}66;\quad \frac{W_F - W_o}{W_o} = 0{,}005;$$

$$\mathfrak{G} = 350.$$

t_b	s_b	s	α	D
4,643	10	2,15	0°	+0,13
4,574	10	2,21	30°	+0,19
4,886	10	2,05	37,5°	+0,03

1) Heerwagen. Maurain.
2) Maurain.

t_b	s_b	s	α	D
5,503	10	1,82	45°	— 0,20
3,377	5	1,48	60°	— 0,54
4,221	5	1,18	90°	— 0,84
4,607	5	1,10	105°	— 0,92
2,956	5	1,69	120°	— 0,33
2,394	5	2,09	150°	+ 0,07
2,426	5	2,07	165°	+ 0,05
2,362	5	2,12	180°	+ 0,10

II b.

$$W_F = 20; \; W_o = 19{,}64; \; \frac{W_F - W_o}{W_o} = 0{,}018;$$

$$\mathfrak{G} = 950.$$

t_b	s_b	s	α	D
6,973	20	2,80	0°	+ 0,78
7,199	20	2,78	15°	+ 0,76
4,733	10	2,12	45°	+ 0,10
2,826	3	1,06	60°	— 0,96
2,711	3	1,10	90°	— 0,92
2,759	3	1,36	105°	— 0,96
8,546	20	2,34	135°	+ 0,32
7,658	20	2,61	150°	+ 0,59
7,320	20	2,72	165°	+ 0,70
7,220	20	2,77	180°	+ 0,75

II c.

$$W_F = 19{,}79; \; W_o = 1963; \; \frac{W_F - W_o}{W_o} = 0{,}008;$$

$$\mathfrak{G} = 550;$$

t_b	s_b	s	α	D
4,403	10	2,27	0°	+ 0,25
4,504	10	2,20	15°	+ 0,18
4,746	10	2,11	30°	+ 0,09
4,982	10	2,01	45°	— 0,01
4,652	5	1,08	60°	— 0,94
4,710	5	1,06	75°	— 0,96
4,555	5	1,07	90°	— 0,95
4,436	5	1,13	105°	— 0,89
4,053	5	1,21	120°	— 0,81
4,677	10	2,12	135°	+ 0,10
8.687	20	2,30	165°	+ 0,28
8,746	20	2,30	180°	+ 0,28

Bildet man aus diesen Untersuchungen eine Kurve für $D = \mathfrak{F}(\alpha)$, so zeigt dieselbe sinusartigen Verlauf. Die Veränderung der Schwingungszahl, welche die Stimmgabel bei $\alpha = 0^0$ hat, ist nur eine geringe bis zu einem Winkel von $\alpha \backsim 20^0$.

Wird der Drehungswinkel grösser, so tritt sofort eine bedeutendere Veränderung der Zahl der Schwebungen ein, bei $\alpha \sim 45^0$ ist die Anzahl der Schwebungen gleich der Anzahl Schwebungen bei nicht erregtem Felde, ebenso bei $\sim 135^0$. Bei $\alpha = 180^0$ tritt wieder ein Maximum der Schwebungszahl ein, ebenso bei $\alpha = 90^0$ ein Minimum.

Bei $\alpha \sim 45^0$ ist kein Einfluss des Magnetismus auf die Schwingungszahl der Stimmgabel zu bemerken, die Tonhöhe verändert sich also nicht.

Für Abstufungen des Drehungswinkels von 30^0 zu 30^0 ergiebt sich z. B. für die Werte in Tabelle IIc folgende Veränderung der Schwingungszahl:

α	Veränderung der Schwingungszahl.	Veränderung der Schwingungszahl innerhalb eines Intervalls von 30°.
0°	+ 0,25	
		0,16
30°	+ 0,09	
		1,03
60°	— 0,94	
		0,01
90°	— 0,95	
		0,14
120°	— 0,81	
		1,03
150°	+ 0,22	
		0,06
180°	+ 0,28	

Versuche, welche mit anderen Stimmgabeln ausgeführt wurden, ergaben volle Übereinstimmung mit obigen Beobachtungen. Die Konstante c hat für jede Stimmgabel einen anderen Wert.

Als Endergebnis der Untersuchungen ergeben sich folgende, zum Teil schon von anderer Seite bestätigte Sätze:

I. Schwingt eine Stimmgabel so im magnetischen Felde, dass die Kraftlinien die Schwingungsebene senkrecht schneiden, so wird die Schwingungszahl erhöht; schwingt eine Stimmgabel im Felde so, dass die Kraftlinien parallel zur Schwingungsebene verlaufen, so wird die Schwingungszahl erniedrigt.

II. Die Veränderung der Schwingungszahl ist direkt proportional der Feldstärke. Die Konstante, welche für verschiedene Stimmgabeln verschiedene Werte hat, wächst mit steigender Feldstärke.

III. Die Einwirkung des Magnetismus auf die Stimmgabel ist nur eine temporäre.

IV. Eine Kurve $D = \mathfrak{F}(\mathfrak{G})$ zeigt die Charakteristika der Magnetisierungskurven.

V. Bei gleicher Feldstärke ist die Abnahme der Schwingungszahl einer Stimmgabel grösser als die Zunahme, wenn die Schwingungsebenen sich in entsprechenden Lagen zum Felde befinden.

VI. Ist die Schwingungsebene einer Stimmgabel unter 45^0 gegen die Ebene der Kraftlinien geneigt, so findet keine Veränderung der Schwingungszahl statt.

(Eingegangen 20. Oktober 1903.)

REFERATE.

Instrumentenkunde.
Besorgt von Prof. Dr. L. Ambronn.

Der 14. Mechanikertag zu Ilmenau.

In diesem Jahre hatten sich die Mitglieder der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik zu ihren Beratungen in dem schönen Städtchen Ilmenau zusammengefunden. Wenn auch die Tagesordnung in der Mehrzahl der einzelnen Gegenstände sich auf Fragen der Lehrlingsausbildung, die bei der Wichtigkeit des Gegenstandes für die Zukunft der mechanischen Werkstätten stets einen breiten Raum einnehmen, und auf die in den letzten Jahren in den Vordergrund des wirtschaftlichen Lebens stehenden zollpolitischen Bestrebungen bezogen, so ist doch auch die wissenschaftlich-technische Seite nicht zu kurz gekommen. Herr Geh.-Rat Hagen von der Physikalisch-technischen Reichsanstalt hatte sich bereit finden lassen, den sehr zahlreich versammelten Teilnehmern einen Vortrag zu halten über die verschiedenen Methoden der Temperaturmessungen mit besonderer Berücksichtigung der Fernmessungen und der Bestimmungen sehr hoher Temperaturen. Die auf die Tage des 14. und 15. August verteilten Paragraphen der Tagesordnung begannen mit dem geschäftlichen Jahresbericht des Vorsitzenden Hrn. Dr. Krüss (Hamburg), nachdem sowohl seitens der Regierung als seitens der Stadt die Teilnehmer begrüsst worden waren. — Darauf hielt Herr Geh.-Rat Hagen seinen oben schon genannten Vortrag. Der Redner begann mit der einfachsten Methode der elektrischen Temperaturmessung mittels in ein gewöhnliches Quecksilberthermometer eingeschmolzener Platindrähte, die so angeordnet sein können, dass für jedes beliebige Thermometerintervall gesonderte Registrierung stattfindet, oder dass auch durch Benutzung geeigneter Widerstände die Registrierung auf einer gemeinschaftlichen Leitung für eine grössere Zahl von Temperaturen erfolgt. Die betreffenden Angaben können dann sowohl direkt abgelesen werden oder es kann automatisch Regulierung stattfinden. Hierauf erläuterte der Redner die Ausnutzung der Widerstandsänderungen in bestimmten Leitern für die Bestimmung der Temperaturen, denen diese Leiter ausgesetzt sind, er schloss daran die Verwendung der Thermosäulen sowohl für die Bestimmung sehr hoher Temperaturen, als auch sehr geringer Temperaturdifferenzen, und zeigte, dass die Wirkungsweise der Thermosäulen durch das Auftreten von Temperaturdifferenzen an Lötstelle und freiem Metallende bedingt sei. — Diese Auseinandersetzungen wurden durch höchst instruktive und dem Zuhörerkreise besonders naheliegende Experimente in ausgezeichneter Weise erläutert. An diese Darlegungen knüpfte der Vorsitzende dann noch die Erklärung und Vorführung zweier neuer thermometrischer Instrumente für sehr hohe Temperaturen von Holborn u. Kurlbaum und von H. Wanner[1]), die auf der Beobachtung der Strahlung erhitzter Platinbleche beruhen. Im Verlauf der Besprechung der thermo-elektrischen Messmethoden machte der Redner besonders auf die Le Chatelierschen Thermoelemente aufmerksam und auf die Eigenschaften der Platin-Iridium- und Platin-Rhodium-Legierungen. Wenn auch der äusserst klare und in mustergültiger Weise systematisch angeordnete Vortrag im wesentlichen für eine mit den einschläglichen physikalischen Disziplinen weniger vertraute Zuhörerschaft bestimmt war und in diesem Falle zu einem sehr lichtvollen Einblick geführt haben wird, so wird doch auch der Physiker von Beruf nicht ohne mannigfache Belehrung den Erörterungen des Herrn Hagen gefolgt sein. — An diesen Vortrag schloss sich ein solcher von Herrn Prof. Böttcher (Ilmenau), welcher sich auf seine noch nicht ganz abgeschlossenen Untersuchungen, betreffend Auskühlung und Prüfung hochgradiger Thermometer, bezog und in dessen Verlauf der Vortragende besonders auf die von ihm getroffenen Erhitzungs- und Kühlungsapparate hinwies, welche er auch den Anwesenden demonstrierte. Herr Niehls (Berlin) machte in kurzen, aber zum Teil sehr bezeichnenden Worten auf gewisse Übelstände bei der Benutzung von Glasthermometern aufmerksam, wies auf die Überschätzung der Genauigkeit der erzielten Resultate hin und schloss mit entsprechenden Verbesserungsvorschlägen. — Ein Antrag auf Statutenänderung, betr. Änderung der Zusammensetzung des Vorstandes, dessen kurze Motivierung durch Herrn Prof. Westphal und die einstimmige Annahme seitens der Anwesenden, machte den Beschluss des ersten Sitzungstages.

In der zweiten Sitzung, welche am 15. August stattfand, bezogen sich die Vorträge fast ausschliesslich auf die wirtschaftlichen Bestrebungen der Gesellschaft für Mechanik und Optik, es dürfte daher angebracht sein, im Rahmen dieser Zeitschrift nur kurz auf die betreffenden Themata hinzuweisen. Herr Prof. Lindeck (Charlottenburg) berichtete über die Teilnahme der mechanischen Werkstätten an der Weltausstel-

1) Näher beschrieben in: Sitzungsber. d. Berl. Akademie 1901, S. 712. Vergl. auch dazu d. Zeitschr. **3**, S. 112—114, 1901 und S. 187, 1902, wo eingehendere Beschreibungen dieser Pyrometer gegeben sind.

lung zu St. Louis und konnte mitteilen, dass trotz der nicht gemeinsamen Beteiligung eine völlig zufriedenstellende Darstellung der deutschen Leistungen auf dem in Betracht kommenden Gebiete zustande kommen werde, und dass dank des grossen Entgegenkommens des preussischen Kultusministeriums auch die den einzelnen Ausstellern entstehenden Kosten keine zu hohen werden dürften. Herr Fischer (Jena) gab eine interessante Darstellung der zum Teil als ganz verfehlt zu bezeichnenden Tarifbestimmungen des neuen Zolltarifes, er war in der Lage, diese Fehler an einigen treffenden Beispielen zu erläutern. — Herr Brunnée (Göttingen) berichtete über die Bestrebungen der Gesellschaft zur Erreichung einer besseren Lehrlingsausbildung und über die zum Teil noch nicht ganz den Wünschen der Gesellschaft entsprechende Stellung der Handwerkskammern zu jenen. Der Vorsitzende konnte allerdings mitteilen, dass im grossen und ganzen schon an vielen Orten Übereinstimmung erzielt worden ist, und ebenso machte Herr Raemmler, Sekretär der Weimarschen Handwerkskammer, sehr interessante und entgegenkommende Bemerkungen zu diesem Punkte der Tagesordnung. Auch der nächste Verhandlungsgegenstand bezog sich auf die Lehrlingsfrage, auf die theoretische Ausbildung derselben, die jetzt im Anschluss an die gesetzlich vorgeschriebenen Prüfungen von vielen Seiten energisch in die Wege geleitet werden wird. — Den Schluss der Tagung bildeten noch die geschäftlichen Beratungen, Kassenbericht u. s. w. — Der Nachmittag des zweiten Tages war der Besichtigung verschiedener glastechnischer Werkstätten, sowie vor allem der Grossh. glastechnischen Präzisions-Anstalt gewidmet, in welch letzterer der Direktor, der auf diesem Gebiete hochverdiente Herr Prof. A. Böttcher, selbst den Führer machte. Dass auch dem Vergnügungsausschuss der Ilmenauer Mitglieder der Gesellschaft, vor allem Herrn Kommerzienrat Dr. Küchler, ein grosser Teil an dem prächtigen Verlaufe der Zusammenkunft gebührt, braucht hier nur dankbar erwähnt zu werden. A.

(Eingegangen 18. September 1903.)

BESPRECHUNGEN.

Litteratur über drahtlose Telegraphie.

Eine volkstümliche Erfindung, wie die der drahtlosen Telegraphie, pflegt in unserer druckfreudigen Zeit eine Hochflut von Litteratur hervorzurufen, die, als Sensationslitteratur entstanden, keinen Anspruch auf bleibenden Wert erheben kann. So haben wir in den letzten Jahren zwar viele Monographien über drahtlose Telegraphie bekommen, aber fast allen hängt es an, wie sehr sie unter dem Drucke des Tages und unter der Hetzpeitsche eines Verlegers entstanden sind, von den unberufenen Verfassern gar nicht reden, die zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Bildung heutzutage ja stets nur zu bereit sind. Zum Teil ist allerdings auch die spezifische Art der Entwickelung dieses Gebietes schuld an der Seichtigkeit und Unklarheit seiner Litteratur. Denn einmal ist ihr Weg, wie es mit solchen Erfindungen zu gehen pflegt, von der Schar der wegelagernden Berufserfinder mit einer Unzahl papierner Ideen beworfen worden, die alle mit dem gleichen Brustton der Überzeugung in der Patentlitteratur aufmarschieren. Alles mit eigenem Urteil nachzuprüfen, die Spreu vom Weizen zu sondern, mitten in der raschen Entwickelung, ist da auch dem besten Autor unmöglich, um so mehr, als das Versuchsmaterial aus wirtschaftlichen Gründen so geheimnisvoll als möglich gehalten wird. So darf man sich nicht wundern, wenn auch in die guten Werke über drahtlose Telegraphie vieles aufgenommen ist, was sicherlich niemals probiert worden ist, und was überhaupt niemals gehen wird. Andererseits leiden so gut wie alle vorliegenden Werke an der Tendenz, populär zu sein, so dass man sagen muss, ein Buch über die drahtlose Telegraphie, tief und streng, wie es die Wissenschaft geben kann und die ernste Technik braucht, muss erst noch geschrieben werden.

Am wertvollsten, namentlich vom historischen Standpunkte, sind fraglos die beiden Werke der beiden deutschen Hauptarbeiter an der drahtlosen Telegraphie:

A. Slaby, **Die Funkentelegraphie,** gemeinverständliche Vorträge, von dem schon die zweite Auflage mit 119 S. vorliegt, Berlin, L. Simion. 1901. M. 3.—, und

F. Braun, **Drahtlose Telegraphie durch Wasser und Luft.** gr. 8. 68 S. Leipzig, Veit & Co. 1901. M. 2.—.

Das Slabysche Buch stellt alle Vorträge zusammen, die sein Autor über den Gegenstand bei verschiedenen Gelegenheiten gehalten hat. Man weiss, wie vortrefflich der Verfasser in dieser Weise sein Thema zu behandeln versteht, und freut sich an der leicht fasslichen, eleganten und begeisterten Art, die Dinge darzubieten.

Dass alle Vorträge ohne Zusätze und Ergänzungen geboten werden, verwirrt allerdings oft, so dass man zuweilen schwer am Ende übersieht,

was denn das Richtige, dauernd Bewährte, Typische an den Dingen ist. Auch lässt die allzu elementare Art, die Dinge begreiflich zu machen, nicht selten unbefriedigt.

Auf einem klar definierten wissenschaftlichen Boden bewegt sich das Buch von Braun, an dessen Hand man sicher und schnell auf die Kernpunkte des Problems geführt wird, deren klare Definition dann die prinzipiellen Neuerungen und Fortschritte Brauns verständlich macht. In der Zeit seines Erscheinens wirkte das Braunsche Buch in dem chaotischen Gewirre alles dessen, was an Litteratur zu bewältigen war, für den, der sich auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie orientieren wollte, wie eine Offenbarung. Das Braunsche Buch ist durch die beigegebenen Anmerkungen zu einer Darstellung von streng wissenschaftlicher Art und Bedeutung gemacht, obwohl es ebenfalls aus gemeinverständlichen Vorträgen hervorgegangen ist.

Im Gefolge beider Bücher treten einige kleinere Schriften auf: die sehr schön ausgestatteten und wissenschaftlich verzierten Reklameschriften der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft, bezw. der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, die sich neuerdings ja glücklicherweise zu gemeinsamer Arbeit zusammengethan haben. Beide Gesellschaften stellen Demonstrationsinstrumentarien her, die dem Referenten aus eigener Erfahrung als recht schön und gut ausgeführt und auch zur Demonstration der drahtlosen Telegraphie auf einige Hundert Meter wohlgeeignet bekannt sind. Auch das Prinzip der Abstimmbarkeit lässt sich damit, indes nur in ziemlich unvollkommener Weise, demonstrieren, wie das von so kleinen Anordnungen garnicht anders zu erwarten ist. Ferner

C. Arldt, **Die Funkentelegraphie** mit einer Einleitung von Prof. Dr. O. Flamm. gr. 8. IV u. 72 S. m. 75 Abb. Leipzig, Th. Thomas. 1903. M. 1.80.

Das Buch ist im Grunde nichts anderes als eine wissenschaftlich verbrämte einseitige Reklameschrift für das System der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft. In der wissenschaftlichen Darstellung finden sich mancherlei Ungenauigkeiten. Die historische Entwickelung und die technische Übersicht ist verschleiert und ganz einseitig zu Gunsten der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft gehalten.

Erfreulich wirkt dieser Schrift gegenüber die Objektivität eines aus dem Lager der Gegenpartei stammenden Vortrages von

A. Francke, **Drahtlose Telegraphie** (Glasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen **52**, 614, 1903).

In klarer und sachlicher Form findet man hier eine Übersicht über den theoretischen und praktischen Inhalt des Gebietes gegeben. — Eine zusammenfassende Übersicht über die Wellentelegraphie hat A. Voller auf der Karlsbader Naturforscherversammlung gegeben:

A. Voller, **Grundlagen und Methoden der elektrischen Wellentelegraphie.** gr. 8. 52 S. m. 17 Fig. Hamburg, Leop. Voss. 1903. M. 1.80,

leider in etwas zu populär und breit gehaltener Darstellung.

Wahllos reich ist das mit grossem Fleisse bearbeitete Buch von

A. Prasch, **Die Telegraphie ohne Draht.** gr. 8. XXI u. 271 S. Wien, A. Hartleben. 1902. M. 5.—.

Der Verf. hat die vorhandene Litteratur reichlich, aber weder erschöpfend, noch mit einigermassen ausreichender Kritik benutzt, wie das leider von vielen technischen Schriftstellern heute gilt. So findet man hier alles, was je an Papiererfindungen auf dem Gebiete ausgeheckt und patentiert worden ist, mit gleicher Wichtigkeit wie das Bewährte, Ernste aufgezählt.

Ferner liegen einige französische Werke über den Gegenstand vor:

A. Turpain, **Les applications pratiques des ondes électriques.** (Die praktischen Anwendungen der elektr. Wellen.) 412 S. Paris 1902.

Mit wissenschaftlichem Ernst und mit Kritik geschrieben, dabei übersichtlich gegliedert und gut ausgestattet. Sein Inhalt beschränkt sich nicht bloss auf die drahtlose Telegraphie im engeren Sinne, sondern umfasst alle Anwendungen, welche man bei praktischen Problemen von elektrischen Schwingungen macht. Der Verfasser hat selbst wertvollen Anteil an der Bearbeitung des Gebietes.

J. Boulanger und G. Ferrie, **La télégraphie sans fil et les ondes électriques.** (Die drahtlose Telegraphie und die elektr. Wellen.) 148 S. Paris und Nancy 1902.

Das Buch tritt wissenschaftlich auf und bringt allerlei theoretische Entwickelungen, z. B. ein Kapitel über die gewöhnliche Wechselstromtheorie, von denen man nicht recht weiss, was sie in der behandelten Weise hier sollen. Der Teil, der das eigentliche Gebiet behandelt, ist unvollständig und haftet an Äusserlichkeiten, ohne dass es gelingt, typische und prinzipielle Gesichtspunkte hervorzuheben.

Zu den Werken, die sich zur Aufgabe gemacht haben, ein möglichst vollständiges Bild der Grundlagen und dessen zu geben, was bisher auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie geleistet ist, ist neuster Zeit eines getreten, welches weitaus das gediegenste und vollständigste ist, wofür schon die Namen der Verfasser genügende Garantie geben:

A. Righi und B. Dessau, Die Telegraphie ohne Draht. gr. 8. XI u. 481 S. m. 258 Abb. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn. 1903. M. 12.—.

A. Righi ist einer der Klassiker auf dem Gebiete der elektrischen Wellen, und von ihm hat sein Schüler Marconi den wissenschaftlichen Impuls zu seiner energischen Inangriffnahme des praktischen Problems erhalten. Auch das vorliegende Buch ist populär gehalten, aber im besten Sinne wissenschaftlich populär. Dementsprechend orientiert der erste Teil über die grundlegenden elektrischen Erscheinungen. Der zweite Teil spezialisiert sich auf die Grundlagen des Gebietes, die elektromagnetischen Wellen, behandelt dort in sehr schöner und kritisch klarer Weise die elektrischen Schwingungen, die elektrischen Wellen und die Radiokonduktoren. Der dritte Teil bringt dann die praktischen Arbeiten über Telegraphie ohne Draht, wo überall erfolgreich getrachtet ist, das Prinzipielle zu sondern und hervorzuheben. Keine Zusammenstellung, sondern eine kritische Bearbeitung haben wir hier, dabei gründliche und vollständige historische Übersichtlichkeit und gerechte Würdigung der Anteile jedes Arbeiters. Der vierte Teil bringt die Versuche über drahtlose Telegraphie mit Hilfe der photoelektrischen Wirkungen des ultravioletten Lichtes (Zickler), dann die Photophonie (Bell) und deren vom Referenten begründete praktische Ausgestaltung, die Flammentelephonie.

Ausser diesen grösseren Werken sind einige hervorragende kürzere Abhandlungen hervorzuheben, deren Studium für das wissenschaftliche Verständnis vielleicht mehr bedeutet, als das Studium der meisten vorgenannten Werke: So gehört mit zu dem Besten, was bisher über drahtlose Telegraphie geschrieben worden ist, ein Aufsatz von

H. Poincaré, Notice sur la télégraphie sans fil. (Notiz über die drahtlose Telegraphie.) Annuaire pour l'an 1902 publié par le bureau des longitudes, p. 1—34. Paris 1902, der in sehr dankenswerter Weise von Herrn Jaeger ins Deutsche übersetzt worden ist (Deutsche Mechaniker-Zeitung **1902**, 63). Hier sind in sehr klarer Weise prinzipielle Fragen des Gebietes hervorgehoben und in souveräner Weise beantwortet. Der Aufsatz stellt gleichsam einen köstlichen Extrakt der wissenschaftlichen Ergebnisse aller auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie geleisteten Arbeit dar. Einzelheiten und Konstruktives findet man freilich hier garnicht, aber Anregungen und Ausblicke die Fülle.

Ein Seitenstück zu dieser Darstellung ist die theoretische Arbeit von

M. Wien, Über die Verwendung der Resonanz bei der drahtlosen Telegraphie. (Ann. d. Physik **8**, 686, 1902).

Hier werden die Differentialgleichungen des Problems der abgestimmten drahtlosen Telegraphie aufgestellt und, soweit thunlich, gelöst, diskutiert und mit der Erfahrung verglichen. Auf diese Arbeit wird man sich in der Praxis immer wieder stützen müssen, wenn man sich von verfehlten, tastenden Versuchen freihalten will. Wertvolles experimentelles Material bringt die Arbeit des Herrn

A. Slaby, Die wissenschaftlichen Grundlagen der Funkentelegraphie. (E. T. Z., 1902.)

Die zahlreichen kleineren Beiträge zu einzelnen Fragen des Gebietes, die sich jetzt fortlaufend in der physikalischen Litteratur finden, gehören nicht in den Rahmen dieses Referates, sind auch den Lesern dieser Zeitschrift meist schon bekannt gegeben. H. Th. Simon.

(Eingegangen 7. September 1903.)

W. Hittorf, Über die Wanderungen der Ionen während der Elektrolyse. Erster Teil. Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Heft 21, 2. erweiterte Auflage. 8. 115 S. m. 1 T. Leipzig, W. Engelmann. 1903. M. 1.60.

Auch in diesem Falle handelt es sich um die zweite Auflage eines Heftchens von Ostwalds Klassikern. Diesmal sind es die grundlegenden elektrolytischen Abhandlungen des Altmeisters Hittorf, welche eine Neuauflage notwendig machten, und es ist, als ob damit ein Teil der Schuld gesühnt werden sollte, dass diese Arbeiten jahrzehntelang fast in Vergessenheit begraben waren. Auf die Bedeutung dieser Abhandlungen hinzuweisen, ist an dieser Stelle natürlich überflüssig. Emil Bose.

(Eingegangen 19 September 1903.)

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Prof. Dr. H. Klinger, der bisherige Vorsteher des pharmazeutisch-chemischen Laboratoriums an der Universität Königsberg, ist an Stelle Prof. Dr. Lossens, der in den Ruhestand tritt, zum Vorsteher des allgemeinen chemischen Laboratoriums, der Privatdozent der Chemie, Professor Dr. Max Scholtz in Breslau, als a. o. Professor für pharmazeutische Chemie und Leiter der pharmazeutischen Abteilung im chemischen Institute an die Universität Greifswald berufen worden.

Die Moskauer wissenschaftliche Gesellschaft hat den Professor der Physik an der Wiener Universität Dr. Ludwig Boltzmann zum Ehrenmitglied ernannt.

An der Universität Giessen habilitierten sich die Privatdozenten Dr. K. Brand für Chemie und Dr. W. Schmidt für Physik.

Der Oberlehrer am Lyceum Professor Dr. Simon in Strassburg, wurde zum Honorarprofessor in der mathematischen und naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Strassburg ernannt.

Für die Redaktion verantwortlich E. Bose in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.